

# MANUFACTURING DEVICE FOR SUBSTRATE PROVIDED WITH OPTICAL THIN FILM

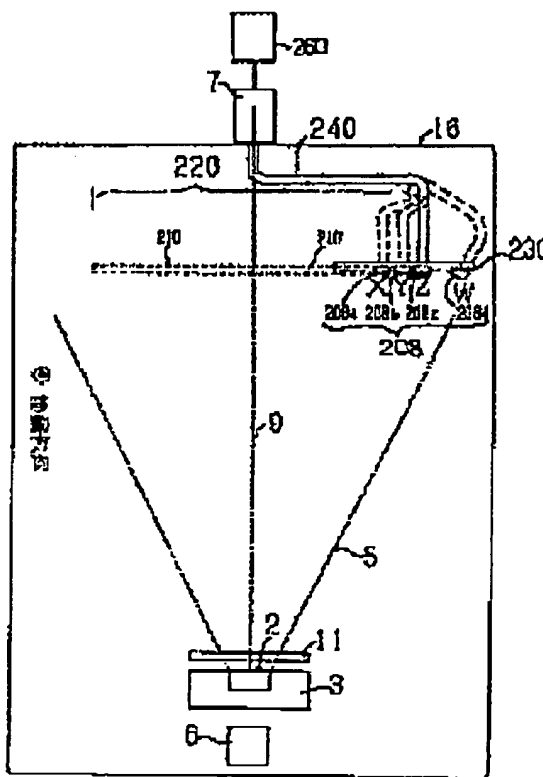
## BEST AVAILABLE COPY

**Patent number:** JP8136710  
**Publication date:** 1996-05-31  
**Inventor:** NOMURA FUMIYASU; SAITO TAKESHI; KIKUCHI KAZUO; MATSUMOTO SHIGEJI; ZAISHO SHINICHIRO  
**Applicant:** TORAY INDUSTRIES; SHINCORON KK  
**Classification:**  
**- International:** C23C14/54; G02B1/11; G02B5/20; H01L21/203; H01L21/66; C23C14/54; G02B1/10; G02B5/20; H01L21/02; H01L21/66; (IPC1-7): G02B5/20; C23C14/54; G02B1/11; H01L21/203; H01L21/66  
**- european:**  
**Application number:** JP19940303140 19941111  
**Priority number(s):** JP19940303140 19941111

Report a data error here

### Abstract of JP8136710

**PURPOSE:** To provide a manufacturing device for substrate provided with an optical thin film capable of manufacturing in high productivity the substrate provided with the optical thin film such as antireflection filter by using a relatively small manufacturing device. **CONSTITUTION:** A source 2 generating a film forming particles flux and a moving means for a substrate to be film-formed moving the substrates 210 and 210' to be film-formed so that the substrates pass through a region in which the substrates are exposed to the film forming particles flux 5 generated by the source 2 for generating film forming particles flux, a film forming monitor plate 208 movable in a range including the outside of the range in which the substrate to be film-formed is exposed to the film forming particles flux 5, an optical interference film thickness measuring device 7, an optical fiber bundle 240 bonding optically between the measuring device 7 and the monitor plate 208 and a film forming process controlling means 260 controlling the film forming processing based on a film thickness of a monitor thin film formed on the monitor plate 208 and measured by the measuring device 7 are provided.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-136710

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/20				
C 2 3 C 14/54		E 8939-4K		
		F 8939-4K		
G 0 2 B 1/11				

G 0 2 B 1/ 10

A

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-303140  
 (22) 出願日 平成6年(1994)11月11日

(71) 出願人 000003159  
 東レ株式会社  
 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号  
 (71) 出願人 390007216  
 株式会社シンクロン  
 東京都品川区南大井3丁目2番6号  
 (72) 発明者 野村 文保  
 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株  
 式会社滋賀事業場内  
 (72) 発明者 斎藤 武  
 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株  
 式会社滋賀事業場内  
 (74) 代理人 弁理士 作 俊光

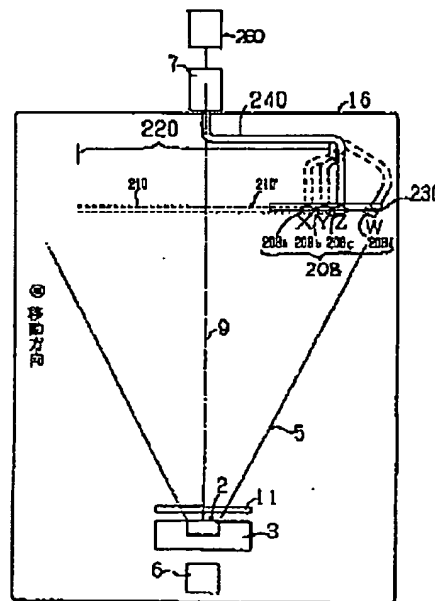
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学薄膜つき基板の製造装置

(57) 【要約】

【目的】 反射防止フィルターなどの光学薄膜つき基板を、比較的小さな生産設備を用いて生産性高く製造することのできる光学薄膜つき基板の製造装置を提供する。

【構成】 成膜粒子束発生源2と、該成膜粒子束発生源2により発生させられた成膜粒子束5にさらされる領域を通過するように成膜対象基板210、210'を移動させる成膜対象基板移動手段と、該成膜対象基板が前記成膜粒子束5にさらされる範囲の外側を含む範囲を移動可能な成膜モニタ板208と、光干渉式膜厚測定装置7と、該光干渉式膜厚測定装置7および前記成膜モニタ板208の間を光学的に結合させる光ファイバー束240と、前記光干渉式膜厚測定装置7により測定された、前記成膜モニタ板208に形成されたモニタ薄膜の膜厚に基づいて成膜プロセスを制御する成膜プロセス制御手段260とを備えてなる光学薄膜つき基板の製造装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成膜粒子束発生源と、該成膜粒子束発生源により発生させられた成膜粒子束にさらされる領域を通過するように成膜対象基板を移動させる成膜対象基板移動手段と、該成膜対象基板が前記成膜粒子束にさらされる範囲の外側を含む範囲を移動可能な成膜モニタ板と、光干渉式膜厚測定装置と、該光干渉式膜厚測定装置および前記成膜モニタ板の間を光学的に結合させる光ファイバー束と、前記光干渉式膜厚測定装置により測定された、前記成膜モニタ板に形成されたモニタ薄膜の膜厚に基づいて成膜プロセスを制御する成膜プロセス制御手段と、を備えてなることを特徴とする光学薄膜つき基板の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、反射防止フィルター、干渉フィルター、ハーフミラー、各種バンドパスフィルター、サングラスなどの多色コート、各種装飾品などの色付けコートなどの光学薄膜を形成させる光学薄膜つき基板の製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 真空蒸着、スパッタリングなどにより光学薄膜つき基板を製造する装置として、形成された光学薄膜の膜厚を測定し、この膜厚の測定結果に基づいて成膜プロセスを制御する装置と、かかる制御を行なわない装置とがともに広く使用されている。

【0003】 このうち、光学薄膜の膜厚測定を行なわない装置は、たとえば成膜中の雰囲気条件を一定に保ち、成膜速度を一定化し、成膜時間を制御することにより、所要の膜厚の光学薄膜を形成する。また、成膜対象の成膜対象基板を移動させながら成膜する場合は、成膜対象基板の移動速度を制御することにより所要の膜厚の光学薄膜を形成することもある。

【0004】 このような光学薄膜つき基板の製造装置においては、形成されている光学薄膜の膜厚を測定しないため、光学薄膜の製造が完了するまで実際に形成された光学薄膜が所要の仕様を満たしているかどうか確認できなかった。通常、光学薄膜形成装置は真空装置であり、頻繁に光学薄膜を形成した基板を取り出して膜厚を測定することは好ましくない。したがって、複数の光学薄膜を形成する場合でも、すべての光学薄膜を形成してからでなければ膜厚の測定は行なわれない。

【0005】 ところが、一般に光学薄膜形成装置の成膜速度などの条件は変動しやすく、かかる変動により光学薄膜の膜厚が変動し、仕組を満たさない光学薄膜を形成してしまうことが少なくなかった。したがって、上記のような成膜工程での膜厚測定を伴わない薄膜の製造方法では、歩留まりを一定以上に保つことは困難であった。

【0006】 そこで、成膜工程で光学薄膜の膜厚を測定しながら成膜プロセスを制御することが行なわれるよう

になった。以下、ガラス板などの平面基板に反射防止膜などの光学薄膜を真空蒸着により形成する場合を例にとり、光学薄膜の膜厚を測定しながらその測定値に基づいて成膜プロセスを制御して光学薄膜つき基板を製造する従来の方法について図を用いて説明する。

【0007】 図9はこのような光学薄膜つき基板の製造の様子を基板面に平行で、かつ、基板の進行方向に垂直な方向からみた模式図である。真空室16の内部に光学薄膜材料3が成膜粒子束発生部位2を図の上方に向けて置かれている。電子銃6から電子線が発せられ、図示しない磁界の効果により成膜粒子束発生部位2に逆してこれを加熱し、これにより成膜粒子束5が発生するようにになっている。こうして発生された成膜粒子束5の成膜粒子束軸9（成膜粒子の最も強く発生する向き）またはその近傍に成膜モニタ板8が固定して設けられ、この成膜モニタ板8に形成された光学薄膜の膜厚を光学的に測定する光干渉式膜厚測定装置7がさらに上方に設けられている。成膜粒子束発生部位2と成膜モニタ板8との間における成膜粒子束軸9付近を、成膜対象基板群1（1a、1b、1c、1d、・・・）が成膜粒子束軸9に垂直な方向（図の右方向）に移動しながら成膜粒子束5にさらされて、光学薄膜が成膜対象基板群1の各基板の下面に形成されるようになっている。また、成膜粒子束5に成膜対象基板群1がさらされる範囲の成膜対象基板群1の進行方向における大きさを制限するために、補正板4a、4bが成膜粒子束発生部位2と成膜対象基板群1との間に設けられている。また、成膜粒子束5を必要に応じて遮るシャッター11も同様に設けられている。

【0008】 図10は、この様子を成膜モニタ板8の位置から成膜粒子束軸9の反対の向きに向かって見た図である。成膜対象基板10a、10b、10c、10d、10a'、10b'、10c'、10d'は、たとえば図に示すように2列に配列され、各成膜対象基板群1においては、成膜粒子束軸9の軸線上もしくはその近傍で基板等が成膜粒子束5を遮らないよう隙間が形成されている。この隙間から成膜粒子が成膜モニタ板8に到達するように成膜モニタ板8が固定されている。

【0009】 成膜対象基板群1の各基板10a、10b、10c、10d、10a'、10b'、10c'、10d'に光学薄膜を形成するときは、電子銃6から発した電子線により光学薄膜材料3の成膜粒子束発生部位2を継続的に加熱し、ここから成膜粒子を発生させる。このとき、はじめはシャッター11が閉じられており、成膜粒子は成膜対象基板に到達することができない。成膜粒子束発生部位2の温度が定常状態に達すると成膜粒子の発生強度も定常状態に達する。これを確認してシャッター11を開くと同時に成膜対象基板群1を図9の左方より一定速度で右方に移動させる。成膜粒子束発生部位2から発生した成膜粒子は、成膜粒子束軸9の方向を中心とする方向に放射状に飛翔し、成膜対象基板群1の

各基板に至る。このとき、十分な量の成膜粒子が飛翔する範囲を、成膜粒子束5とする。また、成膜粒子束軸9の軸線上またはその近傍の隙間を通して、一部の成膜粒子は成膜モニタ板8に到達する。

【0010】成膜対象基板群1の各基板における光学薄膜の膜厚は、成膜モニタ板8に形成されたモニタ薄膜の膜厚を光干渉式膜厚測定装置7で測定することにより、間接的に測定される。成膜モニタ板8上には成膜対象基板群1の各基板と近似した条件でモニタ薄膜が形成される。そのため、モニタ薄膜の膜厚は成膜対象基板群1の各基板に形成された光学薄膜の膜厚と一定の相関関係を持つ膜厚となる。

【0011】理想的には、10群の各成膜対象基板10a、10b、10c、10d、10a'、10b'、10c'、10d'の成膜対象基板群1に光学薄膜を形成したときには、成膜モニタ板8上のモニタ薄膜の膜厚は成膜対象基板群1に形成された光学薄膜の約10倍の膜厚となる。実際にはこのような対応関係は実験により厳密に求められる。また、この結果により、成膜モニタ板8のモニタ薄膜の膜厚の単位時間当たりの変化と、成膜対象基板群1に形成された光学薄膜の膜厚の単位時間当たりの変化の対応関係が求められる。

【0012】この光学薄膜の膜厚測定の結果に基づき、成膜中の成膜速度や形成される光学薄膜の屈折率などの特性を調節したり、所要の膜厚が得られた時にシャッター11を閉じて成膜を終了するといった成膜プロセスの制御を行なう。

【0013】光学薄膜の膜厚測定を上記のように成膜粒子束軸の軸線上またはその近傍に固定された成膜モニタ板を用いて行ないながら成膜のプロセスを制御する装置については、たとえば特開平1-306560号公報などに開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところが、本発明者らはこのような従来の光学薄膜つき基板の製造装置には、以下のような問題点があることを見出した。すなわち、光学薄膜の膜厚測定を成膜粒子束軸の軸線上またはその近傍に成膜モニタ板を固定し、成膜モニタ板にモニタ薄膜を形成するため、成膜粒子束の中央部に隙間を設け、この隙間を成膜対象基板が遮ることがないように成膜対象基板を配置および移動させなければならなかった。これは、成膜対象基板が光学レンズのように小型の基板であるときには、いずれにしても多数の成膜対象基板を数列に配列するため問題とはならなかった。

【0015】ところが、本発明者らは、対角線長さが14インチ(35cm)以上の表示装置の表面反射防止フィルムなどの大型の成膜対象基板に光学薄膜を形成する場合には、光学薄膜の膜厚測定を成膜粒子束軸の軸線上またはその近傍に成膜モニタ板を置くことが生産設備の好ましくない大型化あるいは生産性の著しい低下を招

くという問題が発生することを見出した。すなわち、成膜対象基板が成膜粒子束の中央部の隙間を遮らないためには、図10に示したように成膜対象基板群1は少なくとも2列の列をなし、成膜対象基板列同士の間隙に隙間が常に形成されるように配置しなければならない。したがって、成膜対象基板群1が成膜粒子束5にさらされる範囲(図10で二点鎖線で示した成膜領域20)は、成膜対象基板の幅の少なくとも2倍以上の幅を有する必要がある。

【0016】さらに、製造する成膜対象基板の品種の変更に伴う成膜対象基板の寸法の変更を行なうとき、成膜モニタが成膜粒子束軸近傍に固定されていると、成膜対象基板やその支持部材などが成膜モニタと成膜粒子束発生部位との間を遮るため、成膜モニタによる成膜プロセスの制御が行えない場合があった。言い換えると、固定された成膜モニタによって成膜プロセスを制御するためには、成膜対象基板の寸法や形状に厳しい制約を課さなければならなかった。

【0017】また、本発明者らの知見によれば、基板列と基板列との中間の隙間をかなり大きくしなければ、成膜モニタ板上に形成されるモニタ薄膜が成膜対象基板上に形成される光学薄膜よりもはるかに薄くなる場合がある。本発明者らは、この原因が、主に真空室内に残った気体分子と衝突した成膜粒子が成膜対象基板やこれを保持する基板ホルダなどに遮られるためであることを突き止めた。図11にこの様子を示す。もし、真空室内に気体分子が存在しなければ、成膜粒子は成膜粒子束の発生源から何物にも遮られずに基板列と基板列の間の隙間を通して成膜モニタ板に至る。したがって、この場合は成膜モニタ板に形成されるモニタ薄膜の膜厚は成膜対象基板上に形成される光学薄膜とほとんど同一になる。ところが、実際には真空ポンプの性能の制約や成膜プロセス上の必要性のため、いくらかの気体分子14が真空室内に残っている。そのため、成膜粒子13はこれらの気体分子14と衝突しながら成膜対象基板や成膜モニタ板に達する。成膜対象基板と成膜粒子束の発生源との間には遮るものがないため、このようにして気体分子14と衝突した成膜粒子13は、飛翔コースを曲げられながらも成膜対象基板に至ることができる。ところが、成膜モニタ板の場合には成膜対象基板が成膜粒子束の発生源との間に介在するため、基板列間の隙間が十分大きくなければ、気体分子14と衝突した成膜粒子13が成膜対象基板1b、1cなどに遮られる。また、通常成膜モニタ板を成膜粒子束軸近傍に設ける場合には、成膜対象基板よりも成膜粒子束発生源からの距離が長い。そのため、飛翔方向としては成膜モニタ板に向かっていても、気体粒子14と衝突して成膜モニタ板に達しない成膜粒子13の割合が高くなる。このため、成膜モニタ板に形成されるモニタ薄膜は、たとえば、成膜対象基板上の光学薄膜の半以下となる。したがって、成膜領域の幅は成膜対

象基板の幅の2倍よりも、かなり大きくとる必要があった。このように、成膜対象基板が大型化するほどこの問題は深刻化する。

【0018】したがって、生産設備としては成膜領域を広くとることができるのに、成膜モニタ板の位置の制約から、これをすべて有効に使用することができず、結果的に生産性を著しくそこなう場合が多かった。たとえば、成膜領域の幅が1mの生産設備を用いて対角線長さ14インチ(35cm)の表示装置用の表面反射防止フィルター(短辺26cm)に光学薄膜を形成する場合に、かかる成膜対象基板を3列に並べることは物理的には可能である。にもかかわらず、成膜粒子束軸近傍(すなわち成膜領域中央部)に成膜モニタを置きこれを遮らないように成膜対象基板を配置する必要があるため、成膜対象基板は2列に配列しなければならなかった。すなわち、潜在的な生産性の2/3の生産性でしか上記のような成膜対象基板を製造することができなかったのである。

【0019】また、上記の例では、成膜モニタを成膜対象基板の列の間(たとえば、第1列と第2列の間)、すなわち、成膜領域の幅の1/6だけ成膜粒子束軸より外側の位置に成膜モニタを配置すれば、成膜対象基板を3列に配列して成膜できる可能性がある。

【0020】しかしながら、たとえば対角線長さ21インチ(53cm)の表示装置用の表面反射防止フィルター(短辺38cm)に成膜対象基板の品種を変更すると、物理的にはかかる成膜対象基板を2列に配列することは可能であるが、そうすると、この成膜対象基板が成膜モニタ板を遮ることになるために、結局、成膜対象基板を1列に配列しなければならなかった。この場合には、生産性は半減せざるを得なかった。

【0021】そこで本発明の目的は、光学薄膜が成膜される基板の大型化に伴う生産設備の好ましくない大型化や生産性の低下を起こすことなく、多品種(多サイズ)生産を同一の生産設備で可能とする光学薄膜つき基板の製造装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光学薄膜つき基板の製造装置は、成膜粒子束発生源と、該成膜粒子束発生源により発生させられた成膜粒子束にさらされる領域を通過するように成膜対象基板を移動させる成膜対象基板移動手段と、該成膜対象基板が前記成膜粒子束にさらされる範囲の外側を含む範囲を移動可能な成膜モニタ板と、光干渉式膜厚測定装置と、該光干渉式膜厚測定装置および前記成膜モニタ板の間を光学的に結合させる光ファイバー束と、前記光干渉式膜厚測定装置により測定された、前記成膜モニタ板に形成されたモニタ薄膜の膜厚に基づいて成膜プロセスを制御する成膜プロセス制御手段と、を備えてなることを特徴とするものからなる。

【0023】以下、本発明の光学薄膜つき基板の製造装置を、図面を参照しながら説明する。本発明において、成膜対象基板としては、ガラス平板やプラスチック平板、あるいはプラスチックシートやプラスチックシートをテープ状に加工したものなどが好ましく用いられる。また、成膜対象基板は透明または半透明のものが好ましく用いられる。また、成膜対象基板としてプラスチックシートをテープ状に加工したものをを用いる場合は、たとえば、ロール状に巻き取ったテープ状基板を別のロールに巻き返す途中で成膜粒子束にさらすことにより光学薄膜を形成する。

【0024】また、成膜対象基板が大型である場合ほど、また多品種(多サイズ)生産をする場合ほど本発明の効果は大きい。さらに本発明に係る装置は、成膜対象基板の短辺(成膜対象基板としてテープ状基板を用いる場合は、テープ状基板の幅)が20cm以上の場合に好適であり、26cm以上の場合にさらに好適である。

【0025】また、図10に示したように、成膜対象基板を移動方向に列をなすように配置し、この成膜対象基板の列を複数並べて同時に成膜粒子束にさらしながら光学薄膜を形成してもよい。また、成膜対象基板の列は成膜対象基板が直線状に並んでいるものばかりでなく、円のような曲線に沿って成膜対象基板が並んだものでもよい。たとえば、成膜対象基板を円に沿って並べ、成膜中にこれらの基板を前記円に沿って回転させ、同一の基板が成膜領域をくり返し通過または内部を移動するようにしてもよい。

【0026】なお、成膜対象基板の移動は、基板ホルダあるいは基板ドームに成膜対象基板を載置し、これを成膜粒子束にさらされる範囲の内部を移動または通過するように搬送することが好ましく行われる。また、成膜対象基板としてプラスチックシートをテープ状に加工したものをを用いる場合には、ロール状に巻き取ったテープ状基板を別のロールに巻き返すのが好ましい。

【0027】また、成膜対象基板が成膜粒子束にさらされる範囲の外側とは、成膜粒子束の内側(モニタ薄膜を形成するのに十分な量の成膜粒子が飛翔する範囲)であって、成膜対象基板が移動中に通過して成膜粒子束にさらされる部位を含む範囲(成膜領域)を成膜粒子束発生源側からみたときに、成膜領域の外側の見える位置を指す。ただし、成膜対象基板が複数の列をなすように配置する場合には、成膜対象基板列同士の間隙は上記成膜領域に含まれるものとする(たとえば図10の成膜領域20)。

【0028】また、本発明において用いる成膜モニタ板は、成膜粒子束の内側であり、かつ成膜対象基板の大きさや形状に応じてこれら成膜対象基板に達されない位置に置けるように、成膜対象の成膜対象基板が成膜粒子束にさらされる範囲の外側を含む範囲まで移動可能なものである必要がある。ここで成膜モニタ板の位置とは、成

膜モニタ板のうちモニタ薄膜を形成する部位の位置を指す。この条件をみたせば、成膜粒子束の発生源と成膜モニタの間に介在するものをなくすることができるため、成膜対象基板に形成される光学薄膜と同等のモニタ薄膜を形成することができ、精度よく成膜プロセスを制御することができる。また、成膜モニタの移動可能範囲は、成膜対象基板が成膜粒子束にさらされる範囲の外縁から成膜粒子束の外縁までを含むのが好ましい。成膜対象基板が成膜粒子束にさらされる範囲の内側のみに成膜モニタ板が移動するようにすると、前述したように成膜対象基板等が成膜モニタ板よりも成膜粒子束の発生源に近い位置を移動するために、成膜対象基板等により一部の成膜粒子が遮られる場合がある（特に成膜対象基板の列の間隔が狭いとき）。また、これを避けるためには、成膜対象基板列の間に大きな隙間を設けないとモニタ薄膜の膜厚が薄くなる。結局、成膜対象基板への成膜領域のすぐ外側が最も好適な成膜モニタ板の位置である場合が少なくない。

【0029】図1は、本発明の光学薄膜つき基板の製造装置の一実施態様の模式図である。この装置では、成膜モニタ板移動機構230を設け、成膜モニタ板208を紙面に垂直な方向に移動可能としている。ここで、光干渉式膜厚測定装置7は成膜領域の中央付近の図の上方に固定している。この固定された光干渉式膜厚測定装置7と移動可能な成膜モニタ板208との間には、柔軟な光ファイバーを数10本以上束ねた光ファイバー束240を用いて光学的に結合されている。ここで光学的に結合されているとは、光干渉式膜厚測定装置7の光源よりの光が干渉可能な状態を保ったまま成膜モニタ板208に照射され、ここで反射または透過された光（干渉光）が光干渉式膜厚測定装置7の受光部により受光できるように接続されていることを指す。上記の各点以外は、図10に示した構成と同様である。つまり、真空室16の内部に光学薄膜材料3が成膜粒子束発生部位2を図の上方に向けて置かれ、電子銃6から発せられた電子線によって加熱されて、成膜粒子束5を発生する。成膜粒子束軸9を有する成膜粒子束5は、必要に応じてシャッタ11で遮られ、成膜対象基板群201a、201b、201c、201d、・・・の進行方向（矢印方向）における大きさは、補正板4a、4bで制限される。これら成膜対象基板群は、図の矢印方向に適当な成膜対象基板移動手段250によって移動される。そして、光干渉式膜厚測定装置7からの信号、つまり該装置により測定された、成膜モニタ板208に形成されたモニタ薄膜の膜厚に基づいて、成膜プロセス制御手段260により、各種成膜プロセスが制御されるようになっている。図2は、図1の光学薄膜つき基板の製造装置を成膜対象基板210、210'の移動方向から見た図である。成膜対象基板210、210'の寸法に応じて成膜モニタ板208を、たとえば208a、208b、208c、208d

に示す位置X、Y、Z、Wに移動させることができる。

220は、成膜領域を示している。

【0030】図3～6は、様々な寸法の成膜対象基板に光学薄膜を形成する場合に好適な成膜モニタ板の位置の例を示す図であり、図1、図2に示した装置を成膜対象基板面に垂直な方向から見た図である。図3は成膜対象基板210a、210b、210c、210a'、210b'、210c'、・・・を2列に並べて成膜対象基板群201a、201b、201c、・・・を移動させながら成膜する場合に好適な成膜モニタ板208の位置を示すもので、この場合成膜モニタ板208は成膜領域220の外側でかつ近傍であり、また成膜対象基板の成膜面と同じ水平面に近い位置Yに置くのが好ましい。図4は、幅の異なる成膜対象基板列を並べて成膜する場合に好適な成膜モニタ板208の位置を示すもので、この場合も成膜モニタ板208は成膜領域220の外側でかつ近傍であり、また成膜対象基板の成膜面と同じ水平面に近い位置Xに置くのが好ましい。図5は、成膜対象基板210a、210b、210c、210a'、210b'、210c'、210a''、210b''、210c''、・・・を3列に並べて成膜する場合に好適な成膜モニタ板208の位置を示すもので、この場合も成膜モニタ板208は成膜領域220の外側でかつ近傍であり、また成膜対象基板の成膜面と同じ水平面に近い位置Zに置くのが好ましい。また、図6は大型の成膜対象基板210a、210b、210c、・・・を1列に並べて成膜する場合に好適な成膜モニタ板208の位置を示すもので、この場合も成膜モニタ板208は成膜領域220の外側でかつ近傍であり、また成膜対象基板の成膜面と同じ水平面に近い位置Wに置くのが好ましい。

【0031】これらの実施態様では、成膜モニタ板208の移動可能範囲は成膜領域220の周辺部分から成膜領域の外側に及ぶ範囲としたが、これは、基板サイズにより成膜領域が変化するため、この変化する成膜領域に対してできるだけその近傍に成膜モニタ板208を置くようにするためである。

【0032】また、成膜モニタ板208に形成されるモニタ薄膜の成膜条件が成膜対象基板に形成される光学薄膜の成膜条件に近似しているのが好ましい。目的とする光学薄膜の特性にもよるが、たとえば屈折率、密度、電気的特性などの物理特性および膜厚が成膜領域220内と近似するモニタ薄膜を得るのが好ましい。

【0033】上述のようにモニタ薄膜の成膜条件が成膜対象基板に形成される光学薄膜に近似するためには、以下の条件を満たしているのが好ましい。第1に、成膜モニタ板208の位置と成膜粒子束5の発生部位2（発生源）とを結ぶ直線および成膜粒子束軸9がなす角度 $\theta$ の変化する範囲の少なくとも一部は、成膜領域のうち成膜粒子束の発生部位までの距離が最も長い点と発生部位とを結ぶ直線および成膜粒子束軸9のなす角度 $\theta$ の2倍

以内の範囲に含まれるのが好ましい。図7にこの様子を示す。図で $\theta$ は、成膜領域20から成膜粒子束の発生源30までの最長距離を与える成膜領域の外縁の点34と前記発生源30とを結ぶ直線35と成膜粒子束軸9のなす角を表す。円錐面33は、成膜粒子束の発生源30に頂点を有し、成膜粒子束軸9に対し $2 \times \theta$ の角度を有する直線の集合である。したがって、成膜モニタ板208の位置の好ましい範囲は、この円錐面33の内側であり、かつ、成膜粒子束の発生源30からみて成膜領域20の外側である範囲であると言える。なお、成膜粒子束の発生源が点とみなせない広がりを持つ場合や発生源を複数用いる場合は、発生源のあらゆる点を頂点とする上記条件を満たす円錐面のいずれかの内側が成膜モニタ板の位置として好ましい。また、成膜モニタ板の移動可能範囲の少なくとも一部はこの範囲内に含まれるのが好ましい。この範囲に成膜モニタ板を移動させて成膜すれば、形成されるモニタ薄膜の膜厚や物理特性（屈折率、均一性、密度、電気特性等）を成膜対象基板に形成される光学薄膜と近似させることができる。

【0034】第2に、成膜モニタ板208から成膜粒子束の発生源30までの距離範囲の少なくとも一部は、成膜領域20と前記発生源30との距離の最短距離の0.9倍以上であり、かつ、最長距離の1.1倍以下の範囲に含まれるのが好ましい。図8にこの状況を示す。図8で $h_1$ は、成膜粒子束の発生源30と成膜領域20との間の最短距離を表し、 $h_2$ は最長距離を表す。成膜粒子束の発生源30から前記最短距離の0.9倍の距離にある位置とは前記発生源30を中心とする球面31の面上の各点を、前記最長距離の1.1倍の距離にある位置とは前記発生源30を中心とする球面32の面上の各点を、それぞれ意味する。したがって、成膜モニタ板208の位置の好ましい範囲は、これら球面31と球面32の間の空間であり、かつ、前記発生源30から成膜領域20を見て外側の範囲であると与える。なお、成膜粒子束の発生源が点とみなせない広がりを持つ場合や発生源を複数用いる場合は、発生源のいずれかの点から上記距離の条件を満たす位置が、成膜モニタ板208の位置として好ましい。この範囲内に成膜モニタ板208が配置されるように移動すると、これに形成されるモニタ薄膜の膜厚や物理特性（屈折率、均一性、密度、電気特性等）を成膜対象基板に形成される光学薄膜と近似させることができる。上述の第1の条件を同時に満たすのが、さらに好ましい。

【0035】第3に、成膜モニタ板208の位置と成膜粒子束の発生源30とを結ぶ直線および成膜モニタ板208のモニタ薄膜形成面の法線がなす角度 $\phi$ の変化する範囲の少なくとも一部は、 $40^\circ$ 以下の範囲に含まれるのが好ましく、 $30^\circ$ 以下の範囲に含まれるのがさらに好ましい。モニタ薄膜を形成するときに光学薄膜の成膜方向（モニタ薄膜形成面の法線方向と一致する。）と成

膜粒子の飛翔方向とのなす角度が大きく異なると、いわゆる斜入射折山となり、物理特性などの特性値が成膜領域の成膜粒子束軸近傍の成膜対象基板に形成される光学薄膜と異なることが多い。ただし、成膜領域の外縁近くの成膜条件と特に一致させたいときは、前記角度をその部位における成膜粒子の飛翔方向と光学薄膜の成膜方向のなす角度に近くするのが好ましい。また、上述の第1または第2もしくは両方の条件を同時に満たすのが、さらに好ましい。

【0036】本発明において光学薄膜は、光の透過または反射特性を制御する光学薄膜つき基板に用いられるものならばどのようなものでもよい。特に、各種表示装置の反射防止膜は、成膜対象基板が大型のものが多く、好適である。

【0037】また、光干渉式膜厚測定装置7としては、たとえば特定の波長あるいは白色光をモニタ板に照射し、ここでの光の反射強度や透過強度を測定するものなどが用いられる。これは、光学薄膜の屈折率と膜厚によって光の干渉の様子が異なり、光の反射率や透過率が成膜中に周期的に変化することを利用するもので、たとえば、反射光強度の極大や極小をとらえて膜厚を測定する。この場合、膜厚だけでなく屈折率の影響も同時に測定結果に反映されるが、光学薄膜の場合は光学薄膜の膜厚そのものではなく、薄膜内部の光学的光路長を特定の値にすることを目的とする場合が多く、むしろ好ましい。

【0038】光干渉式膜厚測定装置では、干渉光の強度が膜厚に対して周期的に変化することを利用して成膜プロセスを制御することが好ましく行なわれる。すなわち、光学薄膜内の光学的光路長（膜厚と屈折率の積に比例する）が測定光の波長 $\lambda$ の $1/4$ 倍の整数倍のときに干渉光の強度が極値を持つため、この条件が満たされるときに成膜を中止すれば、光学薄膜内の光学的光路長は測定光の $1/4$ 倍の整数倍となることが保証される。したがって、干渉光の強度の絶対値により制御するよりも再現性よく膜厚を測定することができる。

【0039】本発明においては、成膜モニタ板208と光干渉式膜厚測定装置7との間の接続には光ファイバーを束ねて製造した光ファイバー束240を用いる必要がある。これは、以下のような理由による。

【0040】すなわち、光ファイバー束240を用いると、光干渉式膜厚測定装置7を固定しておくことができるためである。光干渉式膜厚測定装置7を固定しない場合には次のような問題が発生する可能性がある。即ち、光干渉式膜厚測定装置7は一般に大型であり、しかも精密機器である。したがって、成膜モニタ板208とともに移動させると、振動などにより光軸が狂うなどのトラブルが発生する場合がある。また、光干渉式膜厚測定装置7を成膜モニタ板208とともに移動させる場合は、光干渉式膜厚測定装置7を成膜室（たとえば、真空チャ

ンバー) 内で移動させなければならない場合が多い。また、成膜室内は雰囲気を持定条件 (たとえば、高度の真空中に特定の物質粒子を特定の量だけ含んだ状態など) に保持されるのが普通である。ところが、光干渉式膜厚測定装置 7 は複数の干渉フィルターをレボルバなどの干渉フィルターの交換機構により交換しながら測定に使用する光の波長を選ぶことができるようになっている場合が多い。このような干渉フィルターの交換機構は多くの場合機械的に干渉フィルターを交換するものであり、ダストや油分などを発散する場合がある。したがって、かかる光干渉式膜厚測定装置を成膜室に置くことは、成膜プロセスに好ましくない影響を与える場合がある。

【0041】もしも、光ファイバー束 240 を用いずに光干渉式膜厚測定装置 7 を成膜室の外側に置き、かつ成膜モニタ板 208 と連動させて移動させるようにすると、成膜室に光を干渉可能な状態のまま透過する成膜モニタ板 208 の移動場所に応じた大きな窓を設け、しかも移動するごとに光軸合わせあるいは光束調整を厳密に行わなければならない。このような結合特に測定に用いる光の光路長が長くなり、光軸合わせあるいは光束調整はさらに困難になる。そのため、成膜モニタ板 208 の移動に際しての調整に長い時間を要する。

【0042】光ファイバー束 240 を用いて光干渉式膜厚測定装置 7 と成膜モニタ板 208 とを光学的に結合すると、光ファイバーが機械的に柔軟であるため、光干渉式膜厚測定装置 7 を適当な位置に固定したまま成膜モニタ板 208 を移動することができる。しかも、光ファイバーを用いると真空などのシールが容易であるため光干渉式膜厚測定装置 7 を必ずしも成膜室の中に置く必要がない。

【0043】光の伝送通路としての光ファイバー束 240 は光ファイバーを数 10 ～数万本束ねて使用する。光ファイバーの材料としては大きく分類して石英系ガラス、多成分系ガラス、プラスチックの 3 種類が挙げられるが、本発明においては、石英系ガラス、多成分系ガラスが好ましく、さらに石英系ガラスがより好ましく用いられる。これは、薄膜の光学的測定が目的であるため、紫外域から近赤外 (200 ～ 2000 nm) の光を最も少ない損失で伝送することが好ましいからである。また NA (Numerical Aperture) が小さいため後述する成膜モニタ板との関係からくる損失も最も少ないためでもある。

【0044】本発明においては、光ファイバー束 240 の両端部は、その端面図である図 12 (a) あるいは図 12 (b) に示すように加工した上で端面を研磨し光源や光センサーの形状に合わせて選択するが、加工がしやすいことから図 12 (b) のものが好ましい。図において、37 は光ファイバー、38 はシール材を示している。

【0045】本発明で真空中に導入する光ファイバー束

は、例えば図 13 に示すように真空フランジ 40 とシームレスパイプ 42 とを位置 41 で真空シールを行ない

(ろう付け)、さらに束ねてあるそれぞれの光ファイバーの端面にシール材を挿入して真空シールを行なう (43 は真空シール部分を示している)。この時端面図 12 (a) あるいは、端面図 12 (b) に示した光ファイバーガイド筒 36 としては、真空中での放出ガス量の少ないステンレス材が好ましく用いられる。このような構造体になると、光ファイバー束の先端部 51 および成膜モニタ板部分 52 は、図 14 に示すように真空中において自由にモニタする角度および位置を変更することができる。なお図 14 において、53 は光ファイバー束先端部 51 と成膜モニタ板 52 との固定部材を示している。

【0046】図 15 に示すように、光ファイバー束 51 の端面から出射された光束は、光ファイバーの特性からある広がりをもって放出するため、成膜モニタ板 52 に光束を当て反射光を光ファイバー束 51 に導く方法としては、例えば図 15 (a)、(b) に示す方法がある。図 15 (b) で示す方法は、光ファイバー束 51 を成膜モニタ板 52 に近接する方法である。この場合小型化でき光路長が短いために細かな光軸合せや光束合せなどの調整を必要としないため好適である。

【0047】本発明では成膜モニタ板から光ファイバー先端までの距離は 30 mm 以下にするのがより好ましい。30 mm 以下にすると受光部のシリコンフォトダイオードなど電流-電圧変換時の増幅率を大きくしなくても済むため精度が良くなるためである。

【0048】図 15 (a) に示す方法は、光ファイバー束より出射された光束をレンズ 54、55 を通して効率良く成膜モニタ板 52 に導き成膜モニタ板 52 からの光も効率良く光ファイバー束 51 に入射できる構造である。真空装置内で使用する場合は、位置関係に厳密性の要らない図 15 (b) の方法がより好ましく用いられる。この場合、光ファイバー束に NA の小さい光ファイバーを使用することが好ましい。本発明では NA ≤ 0.5 とするのがさらに好ましい。こうすると光束の広がりによる損失を少なくでき、成膜モニタ板と光ファイバーの先端との位置関係に高い精度が要求されなくなる。よって現在の技術では石英系ガラスを使用することが好ましい。

【0049】本発明に用いられる光ファイバー束の一例を図 16 に示す。光ファイバー束は、単純配列、ランダムミックス、単純 2 分割配列、ランダムミックス 2 分割配列および同軸配列など様々な光学系で使用可能である。そのなかでも図 16 に示すランダムミックス 2 分割配列の光ファイバー束 240 a が好ましく用いられる。これは光干渉式膜厚計のように 1 方向に光源を配置しもう 1 方向に光センサーを配置する時 2 分岐の光量の均一性が非常に高いためである。

【0050】また本発明において、成膜粒子束を発生さ



せる成膜プロセスとしては、真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリングあるいはアブレーションなどが好ましく使用される。

【0051】真空蒸着とは、たとえば、真空中で光学薄膜材料を加熱して蒸着あるいは昇華させることにより光学薄膜を形成する方法である。光学薄膜材料の加熱はたとえば電子線などの荷電粒子線を光学薄膜材料の表面に照射して行なう。イオンプレーティングとは、たとえば、グロー放電などのプラズマ中で、電位が自然バイアスあるいは、強制バイアスされた成膜対象基板に対して行なわれる真空蒸着であり、成膜対象基板に対して成膜粒子束発生源の反対側に電極を置いてプラズマ中で電離したイオン粒子を引き寄せるものである。スパッタリングとは真空雰囲気中でイオン、分子や原子などの高エネルギー粒子線を光学薄膜材料の表面に照射し、そのエネルギーを光学薄膜材料の成膜粒子（原子、分子、あるいはそのクラスター）に直接与え、加熱によらずに真空雰囲気中に放出させるものである。また、アブレーションは同様のエネルギーの供給を光を用いて行なうものである。

【0052】これらはいずれも真空中に光学薄膜の材料粒子を飛翔させる手段であり、成膜粒子源から特定の方向（たとえば成膜粒子束発生源面の法線方向など）を中心とする方向に放射状に広がる成膜粒子束を発生させるものである。この成膜粒子の飛翔の中心となる方向軸を成膜粒子束軸とよぶ。一般に成膜粒子束軸に沿った方向に最も多数の成膜粒子が飛翔し、この軸より離れるほど成膜粒子の数が少なくなり、同時に成膜粒子の持つ運動エネルギーが小さくなる傾向がある。

【0053】成膜粒子の持つ運動エネルギーは、成膜対象基板に形成される光学薄膜の屈折率などの特性に影響を及ぼす場合が多い。一般に成膜粒子の運動エネルギーが高いほど、屈折率が高く均質な光学薄膜が形成される。また、成膜粒子の飛翔方向が成膜対象基板上の光学薄膜の形成方向、すなわち基板面の法線方向に近いほど形成される薄膜の屈折率が高くなる。したがって、成膜領域の中央部（成膜粒子束軸近傍）において形成される光学薄膜は屈折率が高く、成膜領域の外縁に近づくほど屈折率が低くなる。同時に上述のように成膜粒子の数も少なくなるので膜厚も薄くなる。

【0054】本発明において、成膜プロセスの制御手段としては、（１）成膜対象基板または成膜対象基板群が成膜粒子束にさらされる範囲の成膜対象基板の進行方向の長さを制御する制御手段、（２）成膜対象基板または成膜対象基板群が成膜粒子束にさらされる範囲を通過する時間により制御する制御手段、（３）成膜対象基板または成膜対象基板群が成膜粒子束にさらされる範囲に単位時間当たりに到達する成膜粒子量により制御する制御手段、（４）成膜対象基板または成膜対象基板群の表面温度により制御する制御手段、などがある。いずれも、

コンピュータや電子回路等を用いて実現される。

【0055】まず（１）の手段を用いた成膜プロセスの制御について説明する。成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚は、基本的に基板の表面に達する成膜粒子束の単位時間当たりの成膜粒子数と、その表面が成膜領域にある時間の積に比例する。したがって、成膜領域の基板の進行方向の大きさを調整することによって、成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚を制御することができる。

【0056】ただ、成膜対象基板を成膜領域を移動させながら成膜するため、成膜対象基板の同一の表面の部位が成膜粒子束を横切りながら成膜される。上述のように成膜粒子束内部でも、成膜粒子束軸近傍と周辺では成膜粒子の数などの条件が異なる。したがって、成膜対象基板の中でも成膜中に成膜粒子束軸の近傍を通過する部位と周辺部のみを通過する部位とでは、同じ時間だけ成膜領域にさらされていても膜厚あるいは物理特性が異なるものとなる。そのため、図３に示した成膜領域２０のように、成膜領域の形状は一般に糸巻き型にするのが好ましい。そのために、半月状の形状をした補正板を成膜粒子の飛翔経路に置くことによって、成膜領域の形状を基板の進行方向に弧をなす糸巻き状の形状に補正することが好ましく行なわれる。なお、この補正板は、たとえば、まず「いわゆる余弦則（成膜膜厚が、成膜粒子の飛翔方向と成膜粒子束軸のなす角度の余弦の３乗または４乗に比例するという法則）に基づいて製作し、これを用いて満足な膜厚および屈折率の分布を得るまで成膜の実験をくり返し、最終的な形状を決定するなどして製作する。また、この補正板を上下または基板の進行方向に移動させることにより、光学薄膜の膜厚を制御することも好ましく行なわれる。

【0057】次に（２）の手段を用いた成膜プロセスの制御について説明する。これは具体的に、成膜対象基板の移動速度を成膜モニタ板に成膜される膜厚に応じて変化させることである。これは、（１）の手段と同様に、成膜対象基板の表面が成膜粒子束にさらされる時間の長さを制御するものである。一般に成膜源から飛翔する成膜粒子量あるいはその運動エネルギーは、真空容器の状態すなわち真空度、容器の汚れ状態、投入する基板からの脱ガス効果により変化する。そのため、それらによる成膜の変動を移動速度により光学薄膜が均一に付けられるように、モニタ板膜厚の変化（すなわち成膜速度）を監視しながら変化させる。たとえば成膜速度が遅ければ、移動速度を速くし、逆に成膜速度が遅ければ、移動速度を遅くするといった制御が好ましく行なわれる。

【0058】次に（３）の手段を用いた成膜プロセスの制御について説明する。これは膜厚モニタ板における監視膜厚に応じて、発生源に投入するエネルギーを調節する方法である。これにより、成膜領域に達する単位時間

当たりの成膜粒子数や成膜粒子のエネルギーを制御することができる。たとえば、光学薄膜材料の成膜粒子発生部位に電子銃によってエネルギーを与える場合、成膜速度が速ければ、電子銃のフィラメント電流を小さくし、成膜速度が遅ければ、電子銃のフィラメント電流を大きくするといった方法により、成膜プロセスを制御することができる。この方法の場合、モニタ基板薄膜の膜厚を測定することによってプロセスのフィードバック制御を行なうことができる。

【0059】次に(4)の手段を用いた成膜プロセスの制御について説明する。成膜領域に達する成膜粒子の数が同じでも、成膜対象基板の表面温度が高いと成膜速度が高く、かつ形成される光学薄膜の屈折率が高くなる。この性質を利用して、成膜対象基板の表面温度により成膜速度や屈折率などの成膜プロセスの制御を行なうことができる。また、成膜プロセスの制御は成膜モニタ板に形成されたモニタ薄膜の膜厚そのもの、また成膜速度などに基いて行なうのが好ましい。

【0060】

【実施例】以下実施例を挙げて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実施例1

成膜モニタ板を図1および図2に示すように成膜粒子束内部を移動可能として様々な寸法の成膜対象基板に光学薄膜を形成し、成膜モニタ板に形成されたモニタ光学薄膜の膜厚を測定しながら成膜対象基板群に光学薄膜を形成し、光学薄膜つき基板を製造した。この光学薄膜つき基板は表示装置の反射防止フィルターとして用いるもので、薄膜は光学薄膜であり、厳しい薄膜管理が必要なものである。成膜プロセスは真空蒸着で、成膜対象基板の素材には透明なプラスチックを用いた。成膜領域の幅は1mとした。成膜モニタ板と成膜粒子束の発生源との距離範囲は、成膜領域と前記発生源の最短距離と最長距離の間の距離とし、成膜モニタ板の法線方向と、成膜モニタ板の位置での成膜粒子の飛翔方向を一致させた。

【0061】以下の4種類の場についてそれぞれ成膜対象基板に光学薄膜を形成した。

(1) 図3に示したように310×380mmの成膜対象基板を2列に並べた構成で光学薄膜つき基板を製造した。このとき、図3に示すYの位置に成膜モニタ板を移動させて膜厚測定を行なった。成膜モニタ板がYの位置にあるとき、成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、 $t_m = 0.9 \times t_1 \times n$ となった。この関係を利用して成膜を行なった。この位置に成膜モニタ板を移動させることにより、モニタ膜厚の測定結果に基づく成膜プロセスの制御を行なうことができた。

【0062】(2) 図4に示したように260×330mmと310×380mmの成膜対象基板を各1列づつ

並べた構成で光学薄膜つき基板を製造した。この時、図4に示す成膜モニタ板をXの位置に移動させて膜厚測定を行なった。成膜モニタ板がXの位置にあるとき、成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、 $t_m = 1.0 \times t_1 \times n$ となった。この関係を利用して成膜を行なった。この位置に成膜モニタ板を移動させることにより、モニタ膜厚の測定結果に基づく成膜プロセスの制御を行なうことができた。

【0063】(3) 図5に示したように200×330mmの成膜対象基板を3列に並べた構成で光学薄膜つき基板を製造した。この時、図5に示す成膜モニタ板をZの位置に移動させて膜厚測定を行なった。成膜モニタ板がZの位置にあるとき、成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、 $t_m = 0.85 \times t_1 \times n$ となった。この関係を利用して成膜を行なった。この位置に成膜モニタ板を設けることにより、モニタ膜厚の測定結果に基づく成膜プロセスの制御を行なうことができた。

【0064】(4) 図6に示したように400×900mmの成膜対象基板を1列に並べた構成で光学薄膜つき基板を製造した。この時、図6に示す成膜モニタ板をWの位置に移動させて膜厚測定を行なった。成膜モニタ板がWの位置にあるとき、成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、 $t_m = 0.80 \times t_1 \times n$ となった。この関係を利用して成膜を行なった。この位置に成膜モニタ板を設けることにより、成膜対象基板に形成される光学薄膜と近似した好適な条件でモニタ薄膜を形成することができた。成膜モニタ板への光導入を光ファイバーを用いて行なったため成膜モニタ板の位置換えに際しても手間がほとんどかからなかった。

【0065】比較例1

成膜モニタ板の位置を図9および図10に示した位置に固定配置したこと以外は実施例1と同様の生産設備で、モニタ薄膜の膜厚を測定しながら成膜対象基板群に光学薄膜を形成し、光学薄膜つき基板を製造した。成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ光学薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、 $t_m = 0.4 \times t_1 \times n$ となる。この関係を利用して成膜を行なった。310mm×380mmの成膜対象基板を2列並べて光学薄膜を形成することができたが、200×330mmの成膜対象基板を3列に並べた構成や400×900mmの成膜対象基板を1列に並べた構成では成膜対象基板が成膜モニタ板の位置を逃してしまうため生産できなかった。実際、物理的には、450mm×380mm

の成膜対象基板を2枚並べることは可能であるが、成膜モニタ板に十分に成膜されるようにするには2枚の成膜対象基板の間の隙間を約150mmから200mmとらなければならなかったため、310mm×380mmを2枚並べるのが限界であった。

#### 【0066】比較例2

成膜モニタ板移動部分の真空室上部に大きなガラス窓を設けて、光ファイバーを用いなかったこと以外は実施例1と同様な生産設備で、モニタ薄膜の膜厚を測定しながら成膜対象基板群に光学薄膜を形成し、光学薄膜つき基板を製造した。成膜対象基板に形成される光学薄膜の膜厚 $t_1$ と成膜完了時のモニタ薄膜の膜厚 $t_m$ との相関関係は、成膜対象基板群が成膜領域を通過する数を $n$ とすると、ほぼ同様の関係式で成膜が可能であった。これらの関係を利用して成膜を行なった。モニタ膜厚の測定結果に基づく成膜プロセスの制御を行なうことができた。しかしながら、サイズが変わるごとに光干渉式膜厚測定装置と成膜モニタ板の光軸合せを精密に行なわなければならず、また移動した光干渉式膜厚測定装置の固定にも時間を要し、品種切替時に実施例よりも多くの時間を要した。

#### 【0067】

【発明の効果】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置によれば、成膜モニタ板と光干渉式膜厚測定装置を光ファイバーで光学的に結合させ、このモニタ板を移動可能としたことにより、大型の成膜対象基板に光学薄膜を形成する場合でも、より小さな製造設備を用いて光学薄膜および光学薄膜つき基板を製造することができる。

【0068】また、本発明の光学薄膜つき基板の製造装置によれば、大型の成膜対象基板に光学薄膜を形成する場合でも、成膜対象基板の配置の自由度を高くすることができ、光学薄膜つき基板の製造工程の生産性を高めることができる。

【0069】さらに、本発明の光学薄膜つき基板の製造装置によれば、光ファイバーを用いているため、成膜モニタ板の位置を自由に移動できる。また、移動に際して光軸合わせなどを要しないため、光ファイバーを用いない場合に比べて、品種変更を迅速に行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係る光学薄膜つき基板の製造装置の概略構成図である。

【図2】図1の装置の成膜対象基板の移動方向から見た概略構成図である。

【図3】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の好ましい位置の例を示す概略平面図である。

【図4】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の好ましい位置の別の例を示す概略平面図である。

【図5】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の好ましい位置のさらに別の例を示す概略平面図である。

【図6】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の好ましい位置のさらに別の例を示す概略平面図である。

【図7】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の好ましい位置範囲を示す概略平面図である。

【図8】本発明の光学薄膜つき基板の製造装置における成膜モニタ板の別の方向から見た好ましい位置範囲を示す概略構成図である。

【図9】従来の光学薄膜つき基板の製造装置の概略構成図である。

【図10】図9の装置を成膜粒子束軸の方向から見た概略部分底面図である。

【図11】成膜モニタ板へのモニタ薄膜の形成の様子を示す説明図である。

【図12】(a)、(b)はそれぞれ光ファイバー束端面の正面図である。

【図13】光ファイバー束を真空室へ導く方法の一例を示す概略側面図である。

【図14】光ファイバー束の先端部の自由度を示す概略構成図である。

【図15】(a)、(b)はそれぞれ光ファイバー束の先端部分と成膜モニタ板との位置関係を示す概略構成図である。

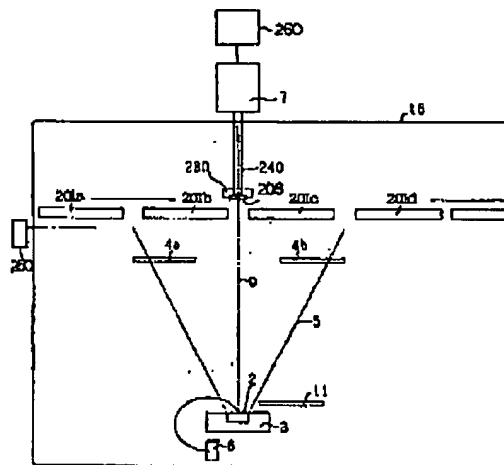
【図16】光ファイバー束の構造の一例を示す部分側面図である。

#### 【符号の説明】

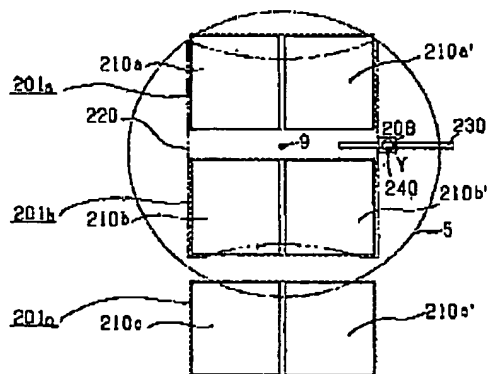
- 1、1a、1b、1c、1d 成膜対象基板群
- 2 成膜粒子束発生部位（成膜粒子発生源）
- 3 光学薄膜材料
- 4a、4b 補正板
- 5 成膜粒子束
- 6 電子銃
- 7 光干渉式膜厚測定装置
- 8 成膜モニタ板
- 9 成膜粒子束軸
- 10a、10a'、10b、10b'、10c、10c'、10d、10d' 成膜対象基板
- 11 シャッター
- 13 成膜粒子
- 14 気体分子
- 16 真空室
- 20 成膜領域
- 30 成膜粒子束発生源
- 31、32 球面
- 33 円錐面
- 34 成膜領域の外縁の点

- 35 直線
- 36 光ファイバーガイド筒
- 37 光ファイバー
- 38 シール材
- 40 真空フランジ
- 41 真空ろ一付け部分
- 42 真空用シームレスパイプ
- 43 真空シール部分
- 51 光ファイバー束先端部
- 52 成膜モニタ板
- 53 光ファイバー先端部と成膜モニタ板との固定部材
- 54、55 レンズ

【図1】

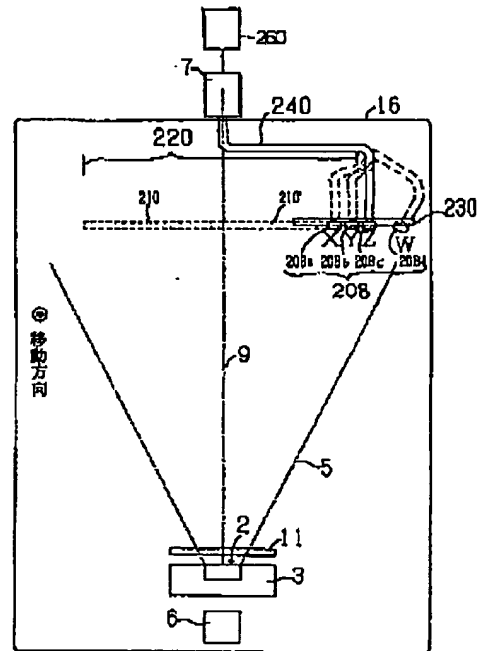


【図3】

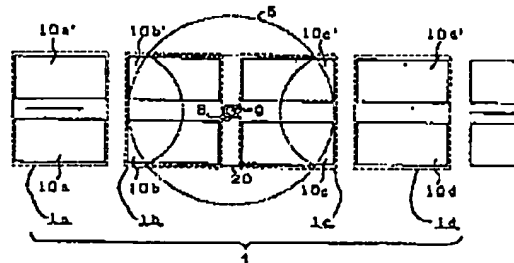


- 201a、201b、201c、201d 成膜対象基板群
- 207 膜厚測定装置
- 208 成膜モニタ板
- 210、210' 210a、210a'、210a''、210b、210b'、210b''、210c、210c'、210c'' 成膜対象基板
- 220 成膜領域
- 230 成膜モニタ板移動機構
- 240、240a 光ファイバー束
- 250 成膜対象基板移動手段
- 260 成膜プロセス制御手段

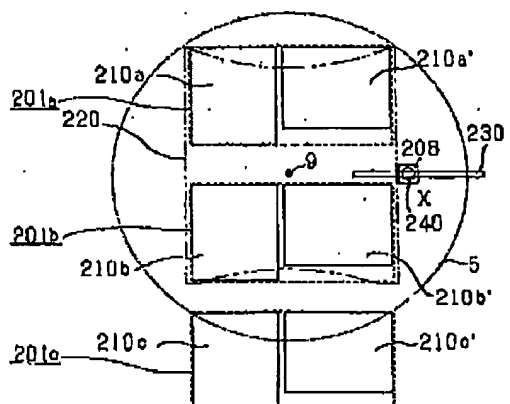
【図2】



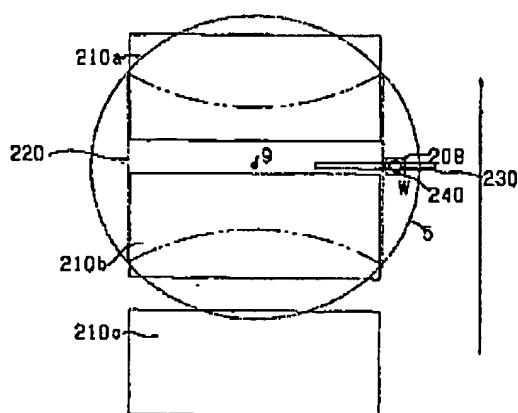
【図10】



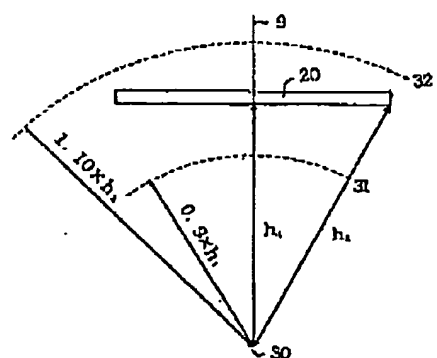
【図4】



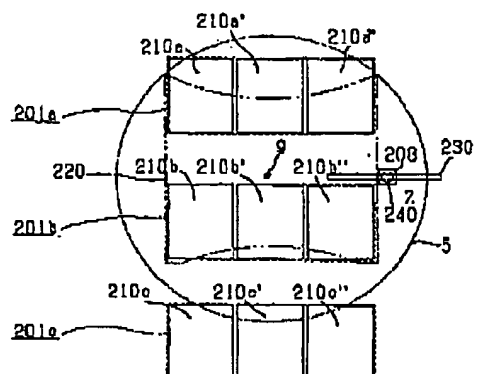
【图6】



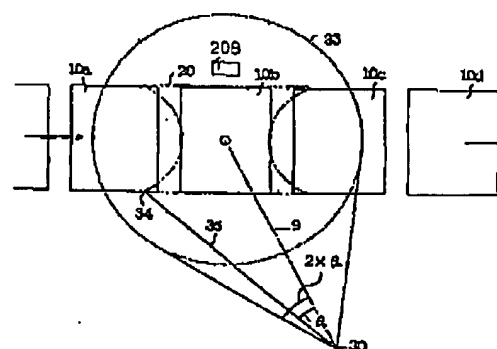
【圖 8】



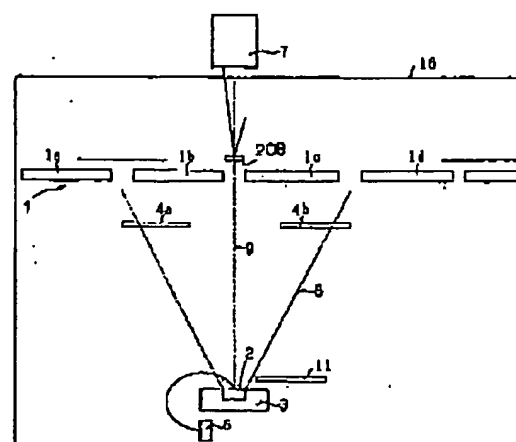
【図 5】



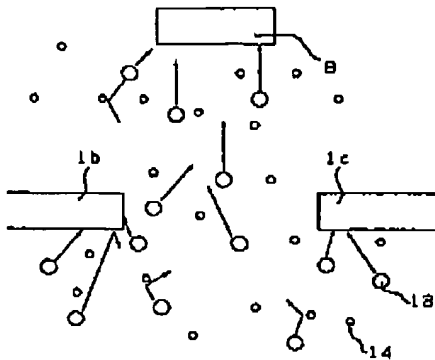
【圖 7】



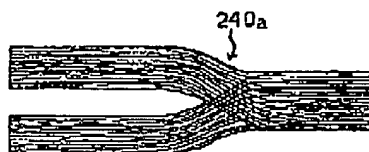
【9】



【図11】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	P I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/203		S 9545-4M		
21/68		P 7735-4M		
(72)発明者 菊池 和夫			(72)発明者 松本 繁治	
東京都品川区南大井3丁目2番6号 株式			東京都品川区南大井3丁目2番6号 株式	
会社シンクロン内			会社シンクロン内	
			(72)発明者 税所 慎一郎	
			東京都品川区南大井3丁目2番6号 株式	
			会社シンクロン内	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**